

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-117717

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

B23C 5/06

(21)Application number : 2002-307877

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD  
ALLIED MATERIAL CORP

(22)Date of filing : 18.09.2001

(72)Inventor : KURODA YOSHIHIRO  
UEDA SHOJI  
SAHASHI TOSHIYUKI  
YOSHINAGA SANEKI  
OBATA KAZUSHI  
MAKI HIRONOBU

(30)Priority

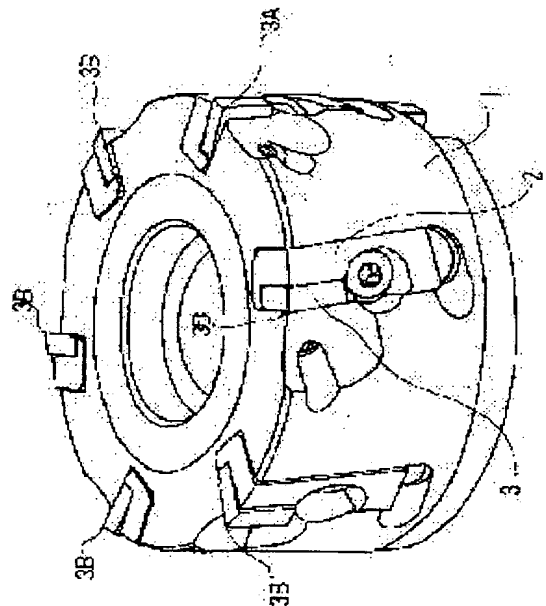
Priority number : 2000329613 Priority date : 27.10.2000 Priority country : JP

## (54) WIPER TIP, AND WIPER TIP FOR ROTARY CUTTING TOOL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wiper tip that can suppress the formation of burrs and acquire a smooth machine surface, and to provide the wiper tip used being mounted to a rotary cutting tool together with other cutting tips.

SOLUTION: In this wiper tip, a cutting edge is composed of single crystal diamond 3A, and a sub-cutting edge of the cutting edge has a circular arc shaped part with a radius of 10 mm to 500 mm. The tip radius of curvature of the cutting edge is 0.1  $\mu\text{m}$  to 3  $\mu\text{m}$ , and a rake face is formed of a face (110). This wiper tip is used for the rotary cutting tool together with a high hardness material such as diamond sintered bodies 3B excluding the single crystal diamond. It is preferable that the cutting edge of the single crystal diamond 3A is projected 0.01 mm to 0.05 mm more toward the rotation axis than the cutting edges of the high hardness material.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-117717  
(P2003-117717A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003. 4. 23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 2 3 C 5/06

識別記号

F I

B 2 3 C 5/06

テーマコード\* (参考)

A 3 C 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-307877 (P2002-307877)  
(62) 分割の表示 特願2001-284081 (P2001-284081) の  
分割  
(22) 出願日 平成13年9月18日 (2001. 9. 18)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-329613 (P2000-329613)  
(32) 優先日 平成12年10月27日 (2000. 10. 27)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002130  
住友電気工業株式会社  
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
(71) 出願人 000220103  
株式会社アライドマテリアル  
東京都台東区北上野二丁目23番5号  
(72) 発明者 黒田 善弘  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内  
(74) 代理人 100100147  
弁理士 山野 宏 (外1名)

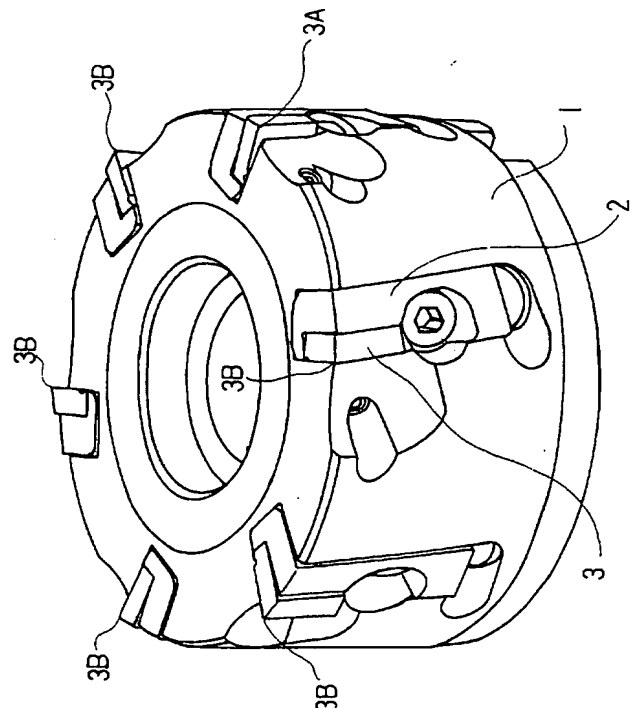
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイパーチップおよび回転切削工具用ワイパーチップ

(57) 【要約】

【課題】 バリの発生を抑制できると共に平滑な仕上げ面を得ることができるワイパーチップと、回転切削工具に他の切削チップと共に装着させて用いるワイパーチップを提供する。

【解決手段】 ワイパーチップは、切れ刃が単結晶ダイヤモンド3Aで構成され、切れ刃の副切れ刃に半径10mm以上500mm以下の円弧状部を有し、切れ刃の先端曲率半径が0.1μm以上3μm以下で、すくい面が(110)面で構成される。このワイパーチップは、切れ刃が単結晶ダイヤモンド以外の高硬度材料、例えばダイヤモンド焼結体3Bなどと共に回転切削工具に用いられる。単結晶ダイヤモンド3Aの切れ刃が高硬度材料の切れ刃よりも回転軸方向へ0.01mm以上0.05mm以下突出していることが好ましい。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 超硬合金製の台金上に単結晶ダイヤモンドがロウ付けされてなるワイパーチップであって、前記単結晶ダイヤモンドは切れ刃を有し、前記切れ刃の先端曲率半径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下であり、前記切れ刃に具える副切れ刃が半径 $10\text{mm}$ 以上 $500\text{mm}$ 以下の円弧状部を有し、前記切れ刃のすくい面が(110)面であることを特徴とするワイパーチップ。

【請求項 2】 前記切れ刃の先端部分における稜線の凹凸が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のワイパーチップ。

【請求項 3】 前記超硬合金製台金は、その上面にワイパーチップの位置あわせのための段差を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のワイパーチップ。

【請求項 4】 切れ刃を有する単結晶ダイヤモンドのすくい面が、超硬合金台金のすくい面より高いことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載のワイパーチップ。

【請求項 5】 前記副切れ刃が半径 $200\text{mm}$ 以上 $500\text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載のワイパーチップ

【請求項 6】 前記単結晶ダイヤモンドが人造ダイヤモンドであることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載のワイパーチップ。

【請求項 7】 超硬合金製の台金上に単結晶ダイヤモンドがロウ付けされ、前記単結晶ダイヤモンドは切れ刃を有し、前記切れ刃の先端曲率半径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下であり、前記切れ刃に具える副切れ刃が半径 $10\text{mm}$ 以上 $500\text{mm}$ 以下の円弧状部を有し、前記切れ刃のすくい面が(110)面であるワイパーチップが、超硬合金、サーメット、cBN 焼結体またはダイヤモンド焼結体のいずれかの高硬度材料で構成される複数の切削チップと共に用いられることを特徴とする回転切削工具用ワイパーチップ。

【請求項 8】 単結晶ダイヤモンドの切れ刃が、単結晶ダイヤモンド以外の高硬度材料の切れ刃よりも、回転軸方向へ $0.01\text{mm}$ 以上 $0.05\text{mm}$ 以下突出していることを特徴とする請求項 7 記載の回転切削工具用ワイパーチップ。

【請求項 9】 単結晶ダイヤモンド以外の高硬度材料の切れ刃が、単結晶ダイヤモンドの切れ刃よりも、径方向に突出していることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の回転切削工具用ワイパーチップ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、アルミダイキャスト合金など、非鉄金属の切削加工に好適な単結晶ダイ

モンドを用いたワイパーチップ及び回転切削工具用ワイパーチップに関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】 自動車部品や電子部品などの切削加工において、非鉄金属、特にアルミニウム合金の切削加工にはダイヤモンド焼結体(PCD)工具が広く用いられている。例えば、図 1 に示すように、環状のボディ 1 に複数のロケータ 2 を装着し、各ロケータ 2 にチップ 3 を固定した正面フライスなどが知られている。このチップ 3 の大部分は超硬合金で構成され、切れ刃部分にのみ PCD が用いられている。いずれのチップ 3 も切れ刃部分は全て PCD である。

【0003】 通常、切れ刃は直線状のさらえ刃(第一副切れ刃)を有し、いずれの切れ刃も回転軸方向への突出量を揃えて固定されている。また、高精度な仕上面が要求される場合などには、一部のさらえ刃を他のさらえ刃よりも回転軸方向に突出させてワイパー刃とした正面フライスも知られている(特開平 8-309612 号公報)。その場合には、ワイパー刃を緩やかな円弧状としたものが用いられることも多い。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】 上記のように従来、アルミダイキャスト合金等のミリング加工においては、硬度と靱性をバランスよく兼ね備えた PCD からなる切れ刃を具える切削チップを装着させた回転切削工具が主に使用されてきた。特に、仕上げ工程の加工においては、加工底面の性状を向上させるために円弧状のさらえ刃を有するワイパー刃を採用することが多かった。しかし、円弧状のさらえ刃を採用すると、被削面の凹凸が小さくなり仕上げ面の平滑性が向上するが、切れ刃の接触長が長くなり切削抵抗が増大してバリが発生しやすくなる。バリが発生すると、後工程でバリの除去工程が必要となり、製造工程の増加や製品のコスト高を招くことになる。

【0005】 バリの発生を抑えるためには、鋭い刃先を形成して切れ味を向上させる必要がある。しかし、PCD は、バインダーを用いてダイヤモンド粒子を焼結させたものであるため、その粒子の直径( $5\sim 20\mu\text{m}$ 程度)より小さな曲率半径を持つ刃先を形成できない。即ち、PCD は、バリの発生を防ぐのに十分な切れ味を有する刃先を形成することができない。

【0006】 また、アルミダイキャスト合金などの延性の高い材料を切削加工する場合、被削面に切削チップの刃先の形状が転写されるため、平滑性の高い加工面を得るには、刃先の稜線の凹凸が小さいことが要求される。

【0007】 しかし、上記のように PCD は、バインダーを用いてダイヤモンド粒子を焼結しているため、刃先を形成する際、ダイヤモンド粒子の脱落が起こる。従って、PCD の切れ刃では、ダイヤモンド粒子の直径程度の大きさの凹凸が刃先の稜線に形成されることが避けられ

ず、被削面の平滑性の低下をもたらしている。

【0008】従って、本発明の主目的は、バリの発生を抑制できると共に平滑な仕上面を得るのに最適な単結晶ダイヤモンドを用いたワイパーチップ及びそれを用いた回転切削工具用ワイパーチップを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、超硬合金製の台金上に単結晶ダイヤモンドがロウ付けされてなるワイパーチップであって、前記単結晶ダイヤモンドは切れ刃を有し、切れ刃の先端曲率半径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下であり、切れ刃に具える副切れ刃が半径 $10\text{mm}$ 以上 $500\text{mm}$ 以下の円弧状部を有し、切れ刃のすくい面が(110)面であるワイパーチップである。

【0010】また、超硬合金製の台金上に単結晶ダイヤモンドがロウ付けされ、前記単結晶ダイヤモンドは切れ刃を有し、切れ刃の先端曲率半径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下であり、切れ刃に具える副切れ刃が半径 $10\text{mm}$ 以上 $500\text{mm}$ 以下の円弧状部を有し、切れ刃のすくい面が(110)面であるワイパーチップが、超硬合金、サーメット、cBN焼結体またはダイヤモンド焼結体のいずれかの高硬度材料で構成される複数の切削チップと共に回転切削工具に用いられるワイパーチップである。

【0011】バリの発生を抑えるために鋭い刃先を形成する切れ刃材料として、大型の単結晶ダイヤモンドを用いることが考えられる。このとき、単結晶ダイヤモンドは、PCDのようにダイヤモンド粒子の部分的な脱落が起きないため、PCDに比較して充分に小さな曲率半径を持った刃先(切れ刃の先端部分)を容易に形成することができる。また、PCDに比較して充分滑らかな稜線の刃先を形成することもできる。しかしながら、単結晶ダイヤモンドは、脆性破壊を起こしやすい材料である。一方、回転切削は、一般に、刃先に断続的に衝撃力が加わる断続加工である。そのため、従来の回転切削工具において切削チップの切れ刃材料に単結晶ダイヤモンドを用いると、アルミダイキャスト合金などの構造用金属材料を切削加工する際、刃先に発生する衝撃力によりチッピングを生じて使用に耐えられない。従って、単結晶ダイヤモンドは、刃先に衝撃力が加わらない連続加工である旋削加工、例えば、レーザー用光学部品であるZnSeレンズ成形などの極めて限られた一部の加工分野で用いられていたに過ぎず、その際の切り込み深さも非常に小さなもので使用されるに留まっていた。

【0012】そこで、本発明者らは、単結晶ダイヤモンドの切れ刃に上記一定の円弧状部を形成することで、バリを抑制すると共に被削面の平滑性を向上させることを見出した。特に、本発明者等は、上記単結晶ダイヤモンドの切れ刃に上記一定の円弧状部を形成すると共に、単結晶ダイヤモンド以外の高硬度材料の切れ刃をも合わせて利用することで、アルミニウム合金のフライス加工などにおいても、高硬度材料の切れ刃が単結晶ダイヤモンド

の切れ刃に過度の断続的負荷が加わることを防止し、バリが発生せず、極めて平滑な仕上げ面が得られることを見出した。

【0013】以下、本発明を詳しく説明する。単結晶ダイヤモンドは、天然・人造のいずれでも利用できるが、品質のばらつきが小さく、結晶方向が整い、強度・熱伝導性に優れた人造ダイヤモンドが好ましい。特に、窒素、硼素などの不純物量が少ないものが好ましい。例えば、窒素含有量が $20\text{wt. ppm}$ 以上のI<sub>b</sub>型単結晶ダイヤモンド(住友電気工業株式会社製：登録商標スミクリスタル)や窒素含有量が $20\text{wt. ppm}$ 未満のII<sub>a</sub>型単結晶ダイヤモンド(住友電気工業株式会社製：登録商標スミクリスタルタイプII)が利用できる。

【0014】単結晶ダイヤモンドを刃先などの少なくとも切削に関与する切れ刃の材料に使用する場合、結晶の方向の取り方は任意であるが、チッピングの起こりにくさから、(110)面をすくい面として用いることが好ましい。

【0015】また、単結晶ダイヤモンドの代わりとして、結合材を含まない多結晶ダイヤモンドである気相合成ダイヤモンドを使用することもできる。

【0016】切れ刃は、すくい面と逃げ面の交線であり、一般に、主切れ刃、コーナ(丸コーナ、面取りコーナを含む)および副切れ刃を具える。これらの関係を図8によって説明する。図8は、フライスカッタ等の回転切削工具に取り付けられた切削チップの刃先部分の拡大図である。この工具は、回転中心6Bを中心軸として回転し、工具送り方向6A(図において左側)の方向に送られる。このとき、工具送り方向6Aの切削加工を主として行う部分を主切れ刃4Aといい、仕上げ面(加工底面)6の切削加工を主として行う部分を副切れ刃4Cという。主切れ刃4Aと副切れ刃4Cとは直接つながる場合もあるが、一般に、両刃4A、4C間にはコーナ部4Dが存在する。コーナ部4Dは、図8中に示した直線状の面取りコーナの他、曲線状の丸コーナがある。本発明に開示する円弧状部は、上記副切れ刃4Cに設ける。この円弧は、中心4Eが、主切れ刃4A側よりも工具の回転中心6B側に近く、円弧の半径4Fに相当する距離だけ仕上げ面6から上方に位置し、コーナ部4Dにつながる円弧と定義される。なお、副切れ刃を円弧状に形成し、副切れ刃全体を円弧状部としてもよいし、副切れ刃の一部に円弧状部を形成してもよい。

【0017】円弧状部の半径は、 $10\text{mm}$ 以上 $500\text{mm}$ 以下、より好ましくは $200\text{mm}$ 以上 $500\text{mm}$ 以下である。 $10\text{mm}$ 未満では切れ味が低下し、バリの発生が促進されてしまうからである。逆に $500\text{mm}$ を越えると直線刃との差異があまり見られず、仕上げ面の表面粗さの向上を図ることが難しいからである。

【0018】切れ刃の先端曲率半径は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。切れ刃の先端曲率半径とは、すくい面と逃げ面で構成される刃先の稜線部におい

て稜線に垂直な断面における曲率半径を言う。

【0019】よりバリのない加工面を得るには、特に、切削に關与する切れ刃が高品位である必要がある。しかし、切れ刃材料にPCDを用いた場合、含有されるダイヤモンド粒子が粒子単位で脱落するため、その粒子程度（5～20 $\mu$ m）以下の曲率半径の切れ刃とすることができない。これに対して、単結晶ダイヤモンドは、このような制限がないため、PCDの切れ刃以上の高品位な切れ刃を得ることができる。切れ刃の先端曲率半径を0.1 $\mu$ mより小さくするにはコストがかかりすぎ、欠け易いため一般的ナイスなどの回転切削には不向きである。逆に、先端曲率半径を大きくしすぎると、PCDに対する切れ刃の高品位性が実現できない。従って、切れ刃の先端曲率半径は、0.1 $\mu$ mから3 $\mu$ mであることが望ましい。

【0020】切れ刃の先端部分における稜線の凹凸は、0.1 $\mu$ m以上3 $\mu$ m以下であることが好ましい。切れ刃の先端部分における稜線の凹凸とは、切れ刃および実質的に切削に關与する切れ刃周辺部の最大凹部と最大凸部の高低差をいう。

【0021】切れ刃の先端部分、即ち刃先の稜線の形状が被削材へ転写されることによる被削面の平滑性をより高めるためには、刃先の稜線の凹凸を小さくすることが必要である。刃先の稜線の凹凸を0.1 $\mu$ mより小さくするには、精密な研磨を必要とするのでコストがかかりすぎる。また、同稜線の凹凸が3 $\mu$ mよりも大きくなるとその凹凸の転写により被削面の平滑性が低下する。従って、切れ刃の先端部分における稜線の凹凸は、0.1 $\mu$ mから3 $\mu$ mであることが望ましい。

【0022】回転切削工具としては、フライスカッタ（エンドミルを含む）、ドリル、リーマなどが挙げられる。いずれも切削チップをボディに装着するスローアウェイ方式の工具に使用することができる。特に、バリの発生が問題となりやすい正面フライスカッタとしての利用が好ましい。

【0023】回転切削工具において、単結晶ダイヤモンドの切れ刃を具える切削チップの数は、コスト面からは極力少なくする方が好ましい。単結晶ダイヤモンドの切れ刃を具える切削チップの数が少なくても、本発明の目的であるバリの抑制と平滑な仕上げ面の生成は十分実現できる。一般に、スローアウェイフライスカッタの場合、切削チップの数は4～24枚程度である。そのうち、1～2枚の切削チップの切れ刃を単結晶ダイヤモンドで構成する。例えば、切削チップ数が10枚以下では単結晶ダイヤモンドの切れ刃を持つ切削チップを1枚、チップ数が11枚以上では単結晶ダイヤモンドの切れ刃を持つ切削チップを2枚などとする。

【0024】単結晶ダイヤモンドの切れ刃を持つ切削チップは、その軸方向すくい角を+10°～20°程度とすることが好ましい。より好ましくは+5°～10°程度であり、切れ味確保の点から0°付近が最も好ましい。

また、逃げ角は+3°～+5°程度とすることが望ましい。このような角度限定により、逃げ面とすくい面のなす角度を大きく採ることができ、刃先強度を確保してチップングを抑制する。切削速度が高い場合、例えば5000 m/minなどではチップング防止のため、すくい角は-5°～-10°程度にすることが好適である。

【0025】なお、ここで言う軸方向すくい角は、切削チップ単体でのすくい角ではなく、切削チップをボディに装着した場合の実効すくい角である。切削チップ単体でのすくい角は、ネガティブ（負）であってもボディに装着した際の実効すくい角が0°付近となることが最適である。

【0026】単結晶ダイヤモンド以外の高硬度材料とは、超硬合金、サーメット、cBN焼結体、ダイヤモンド焼結体などである。

【0027】この高硬度材料の切れ刃を持つ切削チップは、その軸方向すくい角を+8°～+20°程度とし、逃げ角は+5°～+10°程度とすることが望ましい。このような角度限定により、好ましい切れ味を実現できる。

【0028】また、単結晶ダイヤモンドの切れ刃は、高硬度材料の切れ刃よりも回転軸方向へ0.01mm以上0.05mm以下突出していることが好適である。この構成により、高硬度材料の副切れ刃で形成された切削面を単結晶ダイヤモンドの副切れ刃（通常は第一副切れ刃＝さらえ刃）で高精度に切削して、極めて平滑な仕上げ面を得ることができると共にバリの発生を回避できる。

【0029】さらに、高硬度材料の切れ刃は単結晶ダイヤモンドの切れ刃よりも回転軸と直行する方向、つまり径方向に突出していることが好ましい。この構成により、高硬度材料の主切れ刃により送り方向に被削材を切削し、単結晶ダイヤモンドの主切れ刃は切削に關与させないようにでき、単結晶ダイヤモンドの切れ刃のチップングを抑制できる。この突出程度は厳密に規定する必要はない。単結晶ダイヤモンドの主切れ刃が被削材に接触しない程度に高硬度材料の切れ刃を突出させれば良い。

【0030】本発明回転切削工具が対象とする被削材は、特に限定されないが、非鉄金属などが好適である。具体例としては、アルミニウム合金、ハイシリコンアルミニウム合金、MMC（Metal Matrix Composites：金属マトリックス系複合材料）、FRP（繊維強化プラスチック）、シリコン結晶体、ゲルマニウム結晶体、銅などが挙げられる。

【0031】このような単結晶ダイヤモンド工具を用いた切削方法は、切り込みを0.01mm以上0.05mm以下とすることを特徴とする。切り込みが0.01mm未満では、平滑な仕上げ面を得るに十分な切削を行うことが難しく、0.05mmを超えると切れ刃のチップングなどを生じやすくなるからである。なお、一般に、切り込みは被削面と仕上げ面との距離のことである。従って、上述の切り込みを0.01mm以上0.05mm以下とする切削方法は、切れ刃が単一の

工具や複数あっても全ての切れ刃の突出量が実質的に揃えられている工具に適用するものとする。後述するように、単結晶ダイヤモンドの切れ刃と他の高硬度材料の切れ刃とを有し、前者が後者よりも回転軸方向に突出した構成の場合、この突出量が0.01mm以上0.05mm以下であればよく、被削面と仕上げ面との間の距離は0.05mm以上であって構わない。実質的に単結晶ダイヤモンドの切れ刃のみによって切削される深さが0.01mm以上0.05mm以下であることが本発明の要件となるからである。

【0032】切削速度は、500m/min以上、特に1000m/min以上の高速が好適である。このような高速切削により切削抵抗が低減され、極めて実用的な切削加工を継続することができる。切削速度の上限は、切れ刃の寿命などを考慮すれば、6000m/min程度である。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0034】図1は本発明のワイパーチップを用いたフライスカッタの外観斜視図である。この正面フライスカッタは、環状のボディ1に鋼製のロケータ2を複数装着し、各ロケータ2に切削チップ3を固定したものである。切削チップ3は大部分が超硬合金で構成されており、切れ刃部分のみ異なる材料で構成されている。本例では、6つの切削チップのうち、1つのチップの切れ刃部分を単結晶ダイヤモンド3Aで構成し、残り5つのチップの切れ刃部分をダイヤモンド焼結体(PCD)3Bで構成した。

【0035】切れ刃部分に単結晶ダイヤモンドを用いた本発明切削チップを図2に示す。図2(A)は、本発明切削チップの正面図、同(B)は、その上面図、同(C)はその右側面図、同(D)は切れ刃部分である単結晶ダイヤモンド3Aの拡大図である。切削チップ3は、超硬合金の台部3Cに切れ刃として単結晶ダイヤモンド3Aを一体化したものである。また、切削チップ3は、第一副切れ刃(さらえ刃)4Cに、中心を図2(D)において左側に有する半径300mmの円弧状部を設けている。副切れ刃4Cに設けた円弧状部と直線部との繋ぎ目3Dは(図2(B)、同(C)参照)、製造時の研磨工程で生じた面である。また、超硬合金製の台部3Cの上面には、単結晶ダイヤモンド3Aの位置合わせのための段差3Eを設けている。

【0036】さらに、単結晶ダイヤモンドの切れ刃とダイヤモンド焼結体の切れ刃の両回転軌道を重ね合わせた説明図を図3に示す。図3の上下方向がフライスカッタの回転軸方向であり、左右方向が同径方向である。また、図中の左矢印は工具送り方向6Aを示している。

【0037】単結晶ダイヤモンドの切れ刃(二点鎖線)は、直線状の主切れ刃4A、丸コーナ4Bおよび仕上げ面を形成するさらえ刃4C(第一副切れ刃)を具える。このうちさらえ刃4Cが円弧状部である。

【0038】一方、PCDの切れ刃(実線)は、直線状の主切れ刃5A、面取りコーナ5Bおよび直線状のさらえ刃5C

(第一副切れ刃)を具える。

【0039】ここで、単結晶ダイヤモンドのさらえ刃4Cは、PCDのさらえ刃5Cよりも回転軸方向に突出している。この突出量Vは0.01~0.05mmとする。従って、仕上げ面は、この単結晶ダイヤモンドのさらえ刃4Cにより形成される。また、PCDの主切れ刃5Aは単結晶ダイヤモンドの主切れ刃4Aよりも径方向(工具送り方向)に突出している。この突出量Hは1mmとした。従って、工具送り方向の切削は、PCDの主切れ刃5Aにより行われ、単結晶ダイヤモンドの主切れ刃4Aは関与しない。

【0040】このように、主に切り屑の生成に関与する主切れ刃はチップングに強いPCDとし、主に仕上げ面の生成に関与するさらえ刃を高精度加工に向く単結晶ダイヤモンドとすることで、単結晶ダイヤモンドのチップング抑制、バリの抑制、鏡面仕上げ面の形成と言った効果を実現できる。

【0041】(試験例1) 上記の本発明のワイパーチップを用いたフライスカッタと従来のフライスカッタを用いて切削を行い、仕上げ面の面粗さ、バリの有無および光沢の有無を調べた。ここでは、次の3通りのフライスカッタを用い、後述するフライスカッタの諸元および切削条件にて試験を行った。

【0042】①全ての切削チップが直線状のさらえ刃を持つPCDチップ(比較例1)

②一つの切削チップが円弧状(半径300mm)のさらえ刃を持つPCDワイパーチップ(ワイパー刃をもつ切削チップ、以下同じ)、残り5つは直線状のさらえ刃を持つPCDチップ(比較例2)

③一つの切削チップが円弧状のさらえ刃を持つ単結晶ダイヤモンドワイパーチップ、残り5つは直線状のさらえ刃を持つPCDチップ(実施例1)

【0043】本試験に用いた単結晶ダイヤモンドの切れ刃を有する切削チップは、以下の工程で製作した。

(1) 超高压高温プレスを用いて作成した単結晶ダイヤモンド原石をその結晶面の(110)面に平行な面でレーザー切断機を用いて切断し、厚さ1.2mmの薄板を製作する。別途、従来の方法により、超硬合金によって台部を製作する。

(2) 上記(1)で得られた薄板において、レーザーで切断された二面(上下面)に研磨加工を施して鏡面状態にし、かつ厚さを1.0mmにする。

(3) 上記(2)で得られた鏡面状態の薄板を超硬合金製の台部の切れ刃部付近にろう付する。

(4) ろう付した単結晶ダイヤモンドを研磨して、刃先を形成する。

【0044】上記製作工程完了後における単結晶ダイヤモンドの切れ刃部分の拡大写真を図6に示す。図6は、切れ刃部分をすくい面に垂直な方向から観察したもので、写真上部の黒く見える部分が単結晶ダイヤモンドの切れ刃部分である。図6に示すように切れ刃部分には、チッ

ピングが見られず、切れ刃の先端部分における稜線の凹凸が $3\mu\text{m}$ 以下になっていることが観察された。

【0045】図7は、切れ刃の刃先の稜線に垂直な面でのプロファイルを測定したものである。図に示す曲線において、左側の右上がりの斜線部分がすくい面側、右側の右下がりの斜線部分が逃げ面側を示し、中央部の曲線部分が切れ刃の先端部分を示している。この測定から、切れ刃の先端曲率半径が $1\mu\text{m}$ となっていることが確認された。

#### 【0046】＜フライスカッタの構成＞

正面フライスカッタ：外径 $\phi 100\text{mm}$  6枚刃

PCDまたは単結晶ダイヤモンドワイパーチップの軸方向すくい角： $0^\circ$

PCDまたは単結晶ダイヤモンドワイパーチップの逃げ角： $+3^\circ$

PCDチップのすくい角： $+10^\circ$

PCDチップの逃げ角： $+5^\circ$

#### ＜切削条件＞

切削速度	1000m/min
送り	0.05mm/刃
切り込み	0.2mm
被削材質	ADC12(アルミダイキャスト合金：10重量%Si含有)
切削方式	乾式

【0049】評価結果を表1に示す。

【表1】

【0050】

	面粗さ	バリ	光沢
PCD直線さらえ刃×6枚 (比較例1)	× Rz:1.13 $\mu\text{m}$	△ (高さ0.05mm程度)	× 光沢なし
PCD直線さらえ刃×5枚 +PCDワイパーチップ×1枚 (比較例2)	○ Rz:0.48 $\mu\text{m}$	× (高さ0.2mm程度)	× 光沢なし
PCD直線さらえ刃×5枚 +単結晶ダイヤモンドワイパーチップ ×1枚(実施例1)	◎ Rz:0.30 $\mu\text{m}$	◎ (高さ0mm)	◎ 光沢あり

【0051】この表から明かなように、比較例1は仕上げ面の面粗さが最も粗く光沢もないが、バリは比較的不ずかである。比較例2はワイパーチップを用いているため、面粗さは大きく改善されている。しかし、PCD製の円弧状のさらえ刃を有するため、切れ味が低下してバリが多く発生している。一方、実施例は単結晶ダイヤモンドのワイパーチップを用いることで、極めて平滑で光沢のある鏡面仕上げ面が得られた。また、バリの発生も全く見られなかった。

【0052】仕上げ面の面粗さの測定結果を図4に示す。図4(A)は実施例1の表面粗さデータ、図4(B)は比較例2の表面粗さデータを示している。実施例1が比較例2に比べて凹凸の少ない仕上げ面であることは一目瞭然である。また、実施例1の仕上げ面には、さらえ刃の円弧形態がほぼそのまま転写されており、単結晶ダイヤモンドの切れ刃の切れ味が優れていることがわかる。

【0053】図4に示した表面粗さの測定は、カットオ

単結晶ダイヤモンド：住友電気工業株式会社製 スミクリスタル(登録商標)

PCD：ダイヤモンド粒子 90容量%

結合金属 (Co) と不可避不純物 残部

ダイヤモンド粒子の平均粒径  $5\mu\text{m}$

ワイパーチップのさらえ刃回転軸方向突出量： $0.05\text{mm}$

単結晶ダイヤモンドワイパーチップの切れ刃の先端曲率半径： $1\mu\text{m}$

単結晶ダイヤモンドワイパーチップの切れ刃の先端部分における稜線の凹凸： $0.2\mu\text{m}$

【0047】本試験において、単結晶ダイヤモンド以外の切れ刃には、焼結ダイヤモンド(住友電気工業株式会社製：登録商標スミダイヤDA2200)を用いた。切削チップの型番はSNEW1204ADFR-W(住友電気工業株式会社製)を用いた。

【0048】

フ値を $0.8\text{mm}$ とし、測定長 $2\text{mm}$ で行った。図中RaはJIS 0601に規定された算術平均粗さ、Rmaxはうねり成分を除去せずに測定した最大高さ、Rzは同じくJIS 0601で規定された十点平均粗さ、Rtはうねり成分を除去したJIS 0601に規定された最大粗さをいう。粗さ曲線の倍率は水平方向が50倍、垂直方向が10000倍である。

【0054】(試験例2) 単結晶ダイヤモンドのワイパーチップの効果を模擬的に調べる。まず、上記の比較例2でADC12の切削を試験例1と同様に行って、得られた1次仕上げ面に直交する側面を切れ刃の抜け側から写真撮影する。次に、単結晶ダイヤモンドのワイパーチップと、切れ刃のないバランスチップとをボディの対向する位置に装着したフライスカッタを用意する。バランスチップは単に単結晶ダイヤモンドのワイパーチップとのバランスを図るためのものであり、切削は全く行えない。このフライスカッタで1次仕上げ面を切り込み $0.05\text{mm}$ として再度切削し、得られた2次仕上げ面に直交する側面を切



れ刃の抜け側から写真撮影して、単結晶ダイヤモンドのワイパーチップの効果を確認した。

【0055】両者の写真を図5に示す。図5(A)は単結晶ダイヤモンドのワイパーチップで加工した被削材側面、同(B)は比較例2で加工した被削材側面を示す。写真撮影は、切削加工面側の斜め上方からの照明光を当てて、真上から撮影した。いずれの写真も下から2/3程度が被削材であり、残り1/3は仕上げ面上部の空間である。この被削材と空間との境界部に白く写っているのがバリである。被削面からの反射光は、主にカメラの方向とは異なる方向に反射するので被削面は灰色に映る。しかしながらバリの部分は、凹凸の多い面であるので照明の一部が反射して直接カメラに届くので図5(B)に示すように白色に映る。両者をくらべれば、単結晶ダイヤモンドのワイパーチップを用いた仕上げ面には明らかにバリのないことがわかる。

【0056】(試験例3)次に、上記実施例1における円弧状部の半径を変え、試験例1と同様の切削を行ってみた。用意した円弧状部の半径は5・10・100・300・500・1000mmの6種類である。ここでは切削速度を3000m/minとした。

【0057】その結果、円弧状部の半径が10・100・300・500mmのチップを用いた仕上げ面にはバリがなく、曇りのない鏡面に仕上げられていた。一方、円弧状部の半径が5mmの切削チップを用いた仕上げ面は光沢が無く、バリが多く生じていた。さらに、円弧状部の半径が1000mmのチップを用いた仕上げ面は、バリはわずかしこ生じなかったが光沢が無く鏡面には程遠い仕上がりであった。

【0058】(試験例4)次に、上記実施例1におけるワイパーチップのさらえ刃の回転軸方向突出量を変え、試験例1と同様の切削を行ってみた。この突出量は、0.005、0.03、0.07mmの3種類とした。また、切削速度は500m/minとした。

【0059】その結果、突出量0.03mmのフライスカッタのみ良好な仕上げ面が得られ、バリのない切削が行えた。突出量0.005mmのフライスカッタでは、単結晶ダイヤモンドによる切削が不十分のため鏡面の仕上げ面を得ることができなかった。また、突出量0.07mmのフライスカッタでは、早期に単結晶ダイヤモンドにチッピングが生じてしまい、やはり鏡面の仕上げ面を得ることができなかった。

【0060】(試験例5)上記実施例1において切れ刃の先端曲率半径を変えて、試験例1と同様の切削を行ってみた。曲率半径は、0.05、3、3.5 $\mu$ mの3種類とした。すると、特に、欠けが生じにくく、切れ刃の高品位性が実現できて、かつより低コストであるのは、曲率半径が0.1 $\mu$ mから3 $\mu$ mであることが確認された。

【0061】(試験例6)上記実施例1において切れ刃の先端部分における稜線の凹凸を変えて、試験例1と同様の

切削を行ってみた。稜線の凹凸は、0.05、3、3.5 $\mu$ mの3種類とした。すると、特に、被削面の平滑性を低下させるべく、かつより低コストであるのは、上記稜線の凹凸が0.1 $\mu$ mから3 $\mu$ mであることが確認された。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、単結晶ダイヤモンドで切れ刃を構成し、かつ切れ刃に所定の円弧状部を形成することで、バリの抑制と鏡面仕上げ面の実現と言う効果を奏することができる。また、本発明のワイパーチップを用いた回転切削工具は、上記単結晶ダイヤモンドの切れ刃と単結晶ダイヤモンド以外の高硬度材料の切れ刃とを合わせて利用することで、切削の際、単結晶ダイヤモンドの切れ刃に過度の負荷がかかるのを防止し、バリの抑制と鏡面仕上げ面の実現という優れた効果を奏する。

【0063】更に、本発明のワイパーチップを用いた切削方法によれば、切り込みを特定することで、脆性材料の単結晶ダイヤモンドの切れ刃でもチッピングを抑制することができる。

【0064】加えて、本発明のワイパーチップを用いた回転切削工具は、アルミニウム合金などの精密加工において、仕上げ面を鏡面にすることができ、かつ切削時のバリの発生も抑制できる。従って、後工程でのバリ取り作業を省略することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】正面フライスカッタの斜視図である。

【図2】本発明のフライスカッタに用いるチップを示し、(A)は正面図、(B)は上面図、(C)は右側面図、(D)は単結晶ダイヤモンド周辺の拡大平面図である。

【図3】単結晶ダイヤモンドの切れ刃とダイヤモンド焼結体の切れ刃との回転軌道を重複させて示す仮想説明図である。

【図4】(A)は実施例1の表面粗さデータ線図、(B)は比較例2の表面粗さデータ線図である。

【図5】(A)は単結晶ダイヤモンドのワイパーチップで加工した被削材側面、(B)はPCDのワイパーチップで加工した被削材側面を示す顕微鏡写真である。

【図6】単結晶ダイヤモンドの切れ刃部分をすくい面に垂直な方向から観察した拡大写真である。

【図7】単結晶ダイヤモンドで構成した切れ刃の刃先の稜線に垂直な面でのプロファイルである。

【図8】回転切削工具に取り付けられた切削チップの刃先部分の拡大図である。

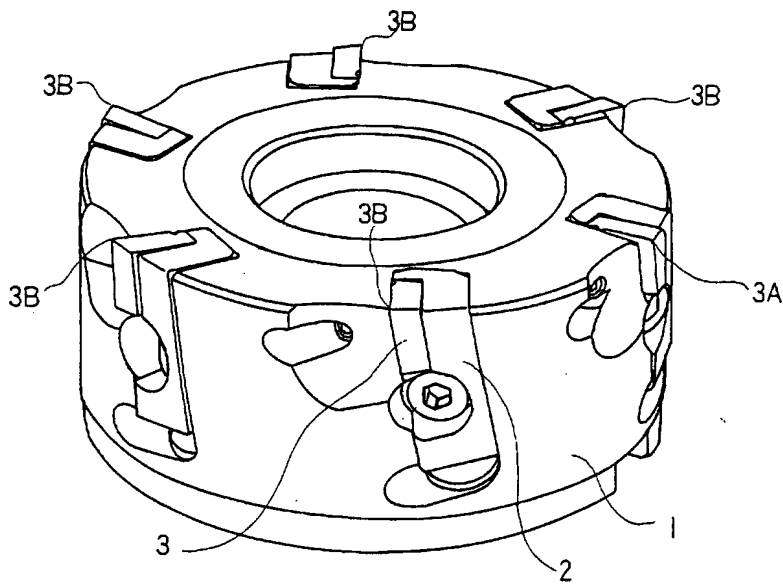
【符号の説明】

- 1 ボディ
- 2 ロケータ
- 3 切削チップ
- 3A 単結晶ダイヤモンド
- 3B ダイヤモンド焼結体

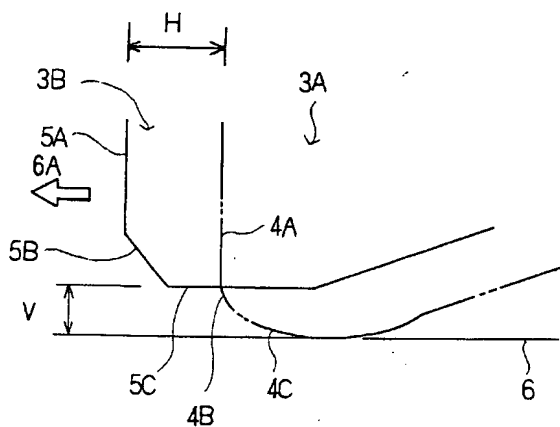
- 3C 台部  
 3D 繋ぎ目  
 3E 段差  
 4A 主切れ刃  
 4B 丸コーナ  
 4C さらえ刃 (第一副切れ刃)  
 4D コーナ部  
 4E 円弧中心

- 4F 円弧半径  
 5A 主切れ刃  
 5B 面取りコーナ  
 5C さらえ刃 (第一副切れ刃)  
 6 仕上げ面  
 6A 工具送り方向  
 6B 回転中心

【図 1】



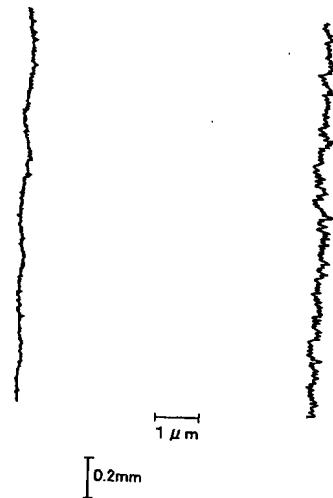
【図 3】



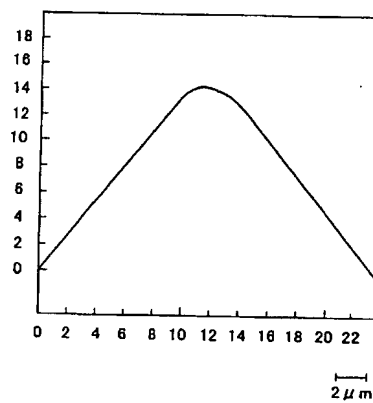
ESA-3000  
 PROFILE  
 UNIT: MICRON  
 DATA N=1 TO 500  
 SCALE X:Z=1:1

【図 4】

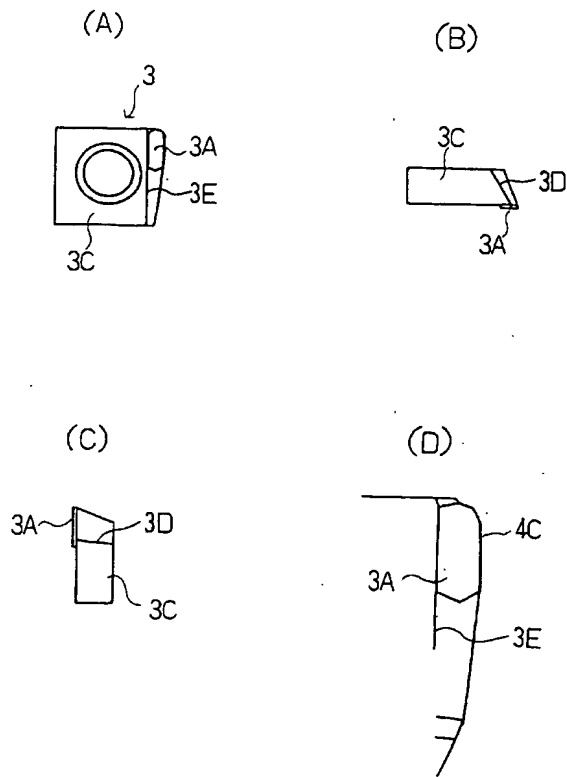
(A)		(B)	
CUTOFF (R)	= 0.80mm	CUTOFF (R)	= 0.80mm
LENGTH	= 2.0mm	LENGTH	= 2.0mm
Ra	= 0.04 $\mu\text{m}$	Ra	= 0.06 $\mu\text{m}$
Rmax	= 0.41 $\mu\text{m}$	Rmax	= 0.63 $\mu\text{m}$
Rz	= 0.30 $\mu\text{m}$	Rz	= 0.48 $\mu\text{m}$
Ri	= 0.39 $\mu\text{m}$	Ri	= 0.53 $\mu\text{m}$
ROUGHNESS	CURVE	ROUGHNESS	CURVE
H-MAG	= 50	H-MAG	= 50
V-MAG	= 10000	V-MAG	= 10000



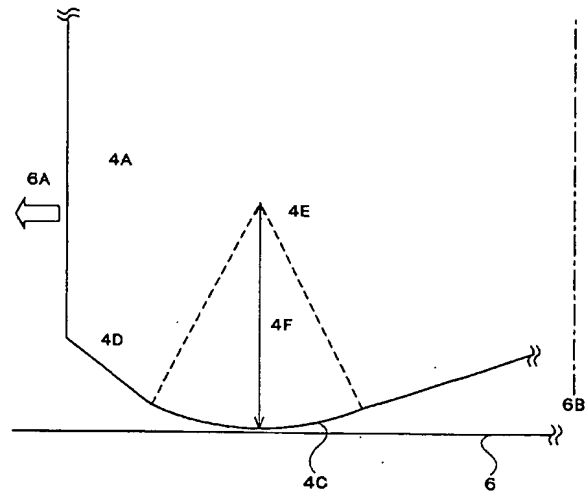
【図 7】



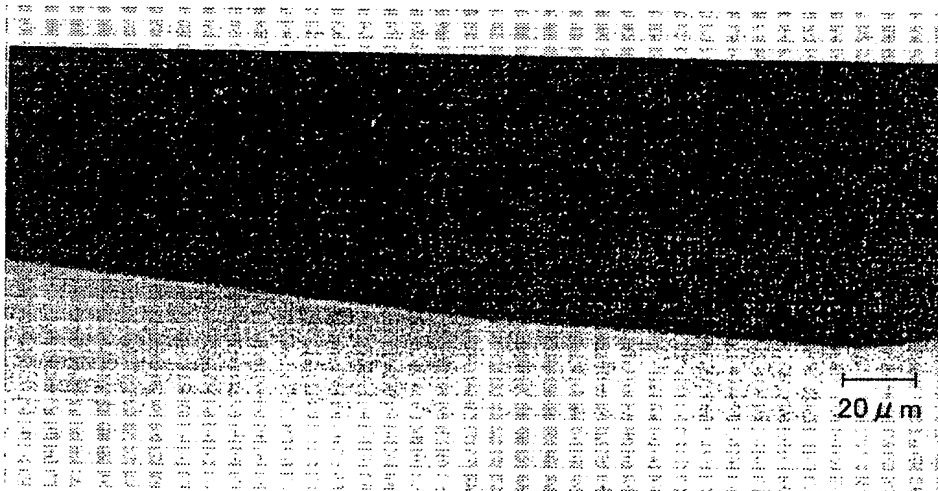
【図 2】



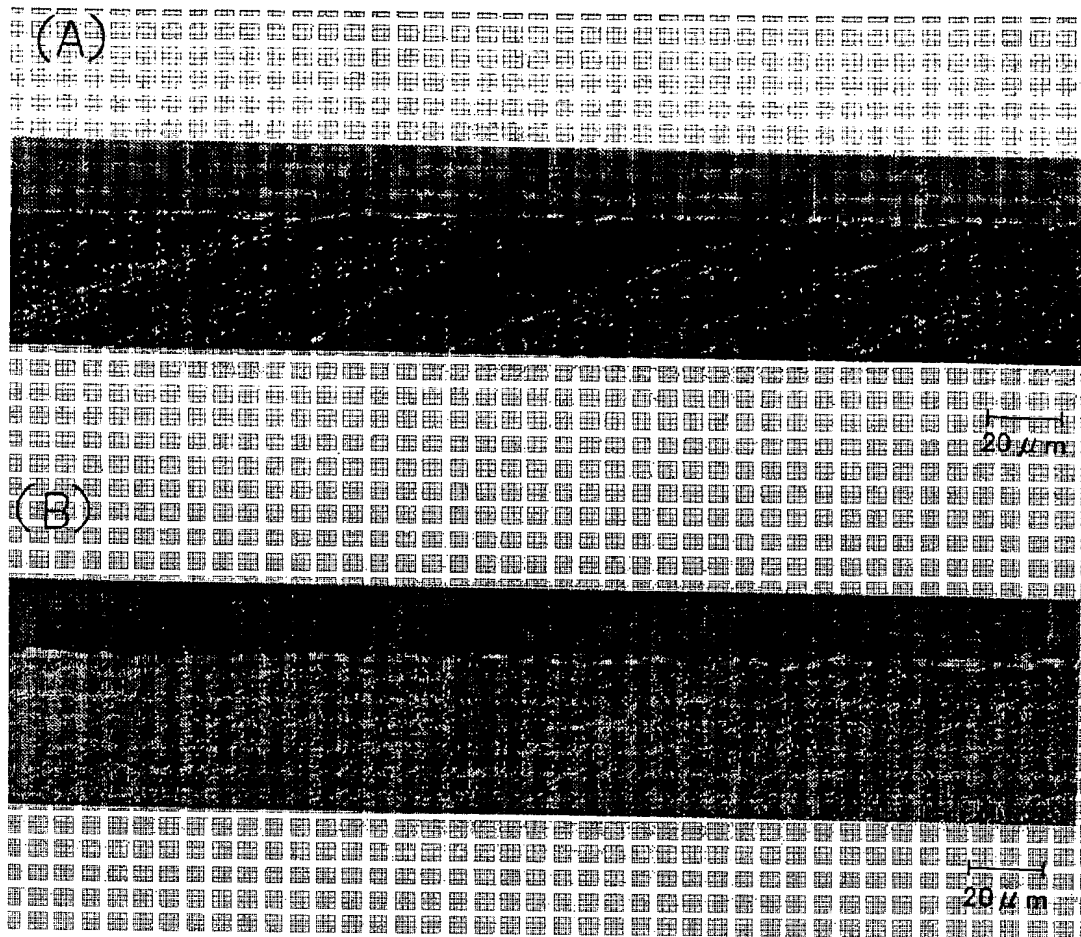
【図 8】



【図 6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 植田 丞司

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 佐橋 稔之

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 吉永 実樹

兵庫県加東郡滝野町河高字黒石1816番174  
号 株式会社アライドマテリアル播磨製作  
所内

(72)発明者 小畠 一志

兵庫県加東郡滝野町河高字黒石1816番174  
号 株式会社アライドマテリアル播磨製作  
所内

(72)発明者 牧 啓展

大阪府堺市鳳北町2丁80番地 株式会社ア  
ライドマテリアル大阪製作所内

Fターム(参考) 3C022 HH01 HH04